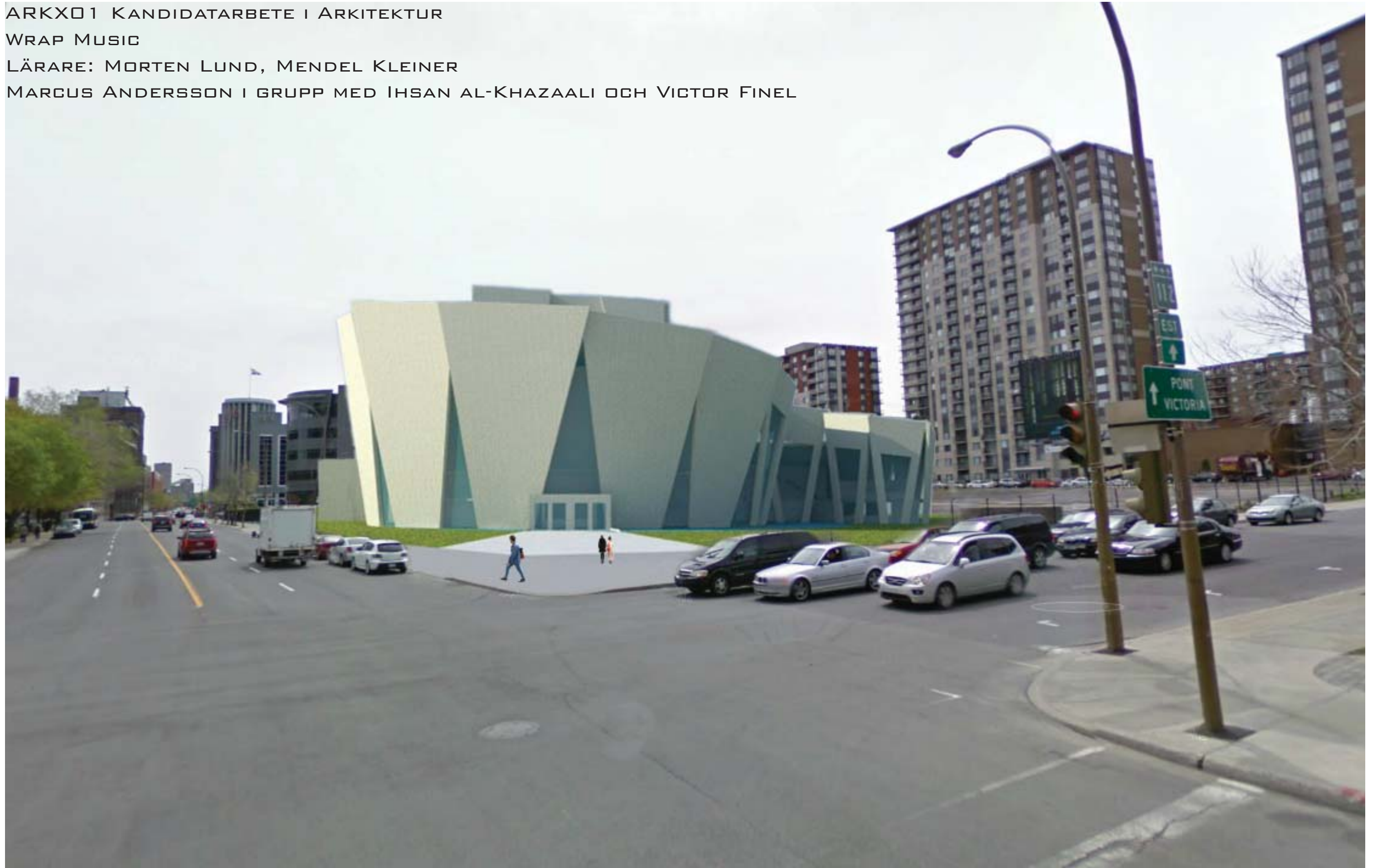


ARKX01 KANDIDATARBETE I ARKITEKTUR

WRAP MUSIC

LÄRARE: MORTEN LUND, MENDEL KLEINER

MARCUS ANDERSSON I GRUPP MED IHSAN AL-KHAZAALI OCH VICTOR FINEL



Uppgift

Projektet utspelar sig i Montreal, Kanada och är ett bidrag i tävlingen "TCAA/NCAC Student Design Competition 2013". Uppgiften har gått ut på att utforma ett operahus med plats för 1200 pers. på en angiven tomt centralt belägen i staden. Platsen är utsatt för buller från närliggande motorväg och järnväg samt ovan luftfartsled. Fokus i designprocessen har varit att skapa god arkitektur med god akustik. Viktigt har varit att kunna lösa akustiska problem på ett arkitektoniskt tilltalande sätt och arkitektoniska problem utan att ge avkall på akustiken. På så vis blir akustiken en del av arkitekturen och arkitekturen en del av akustiken.

Problematik

Operahuset ska innehålla väsentliga rum såsom auditorium, scenhus, övningsrum, omklädningsrum, scenverkstad, kostymverkstad, foajé etc. och rummens minimimått finns angivna i tävlingsprogrammet. I utformningen måste betänkas att vissa rum bör vara nära varandra, samtidigt som vissa rum är väldigt ljudkänsliga och vissa väldigt bulleralstrande. Det tydligaste exemplet är scenhuset och scenverkstaden som bör befinna sig i varandras närhet. Scenverkstaden genererar mycket buller, samtidigt som höga krav finns på hur mycket ljud som får läcka

in i scenhuset. Viktigt är också att stänga ute det omgivande trafikbullret.

Viktig är också den inre utformningen av respektive rum. Här ligger särskilt fokus på operasalen och övningsrummen. Rummen ska ha en ändamålsenlig akustik, vilket redovisas med hjälp av grafer och diagram. Operasalen ska kunna användas för flera ändamål, varför ett system för variabel akustik ska utformas.

Koncept/Arbetsmetod

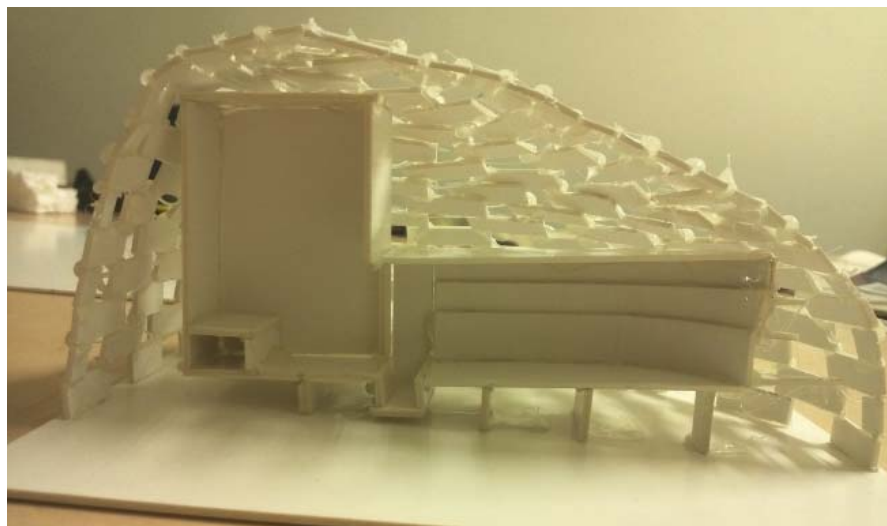
I konceptfasen bestämde vi oss för att vi ville att vår opera skulle omges av ett skal. Skalet skulle då dels ha funktionen av en ljudbarriär som håller ute trafikbuller, dels skulle det kunna skapa ett intressant arkitektoniskt uttryck med landmärkeskvaliteter. I modellskissandet kom vi fram till ett förslag där skalet omslöt operan på ett sätt som påminde om en igloo. Skalet byggdes upp av någon form av solida element med fönster i ett murmönster. Detta ansåg vi skulle skapa ett spännande ljusspel för omgivningen när det är mörkt ute.

När vi analyserade modellen insåg vi dock att den innehöll en del problem. Ett problem var att skalet täcker in en väldigt stor volym

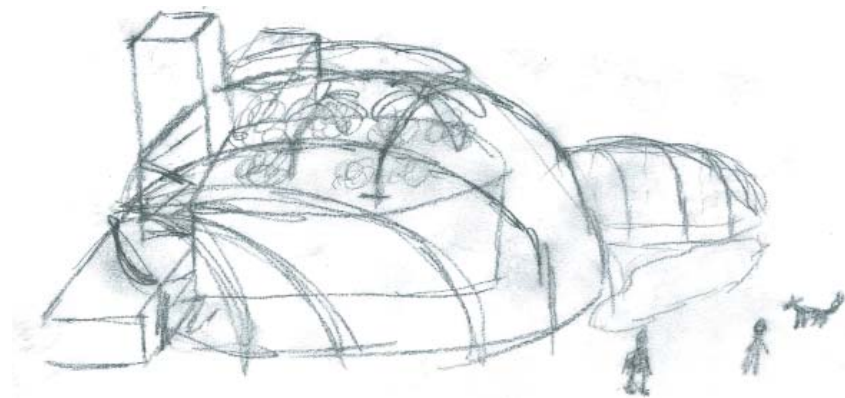
som inte har någon direkt användning. Främsta exemplet på det är volymen som uppstår ovanför auditoriets tak. En lösning på det problemet kunde vara att ge auditorietaket en funktion t.ex. göra det till en del av foajén. Den lösningen var vi inte särskilt förtjusta vid, eftersom vi ansåg att det redan fanns gott om publika utrymmen på marknivå.

Det absolut tyngsta argumentet mot skalet i modellen var att det förmodligen inte skulle ge så mycket ljuddämpning, uppskattningsvis endast 10 dB, på grund av de många fönstertyorna. Vi valde därför att skissa vidare mot en modell som inte skapar lika stora volymer och som har bättre ljuddämpning.

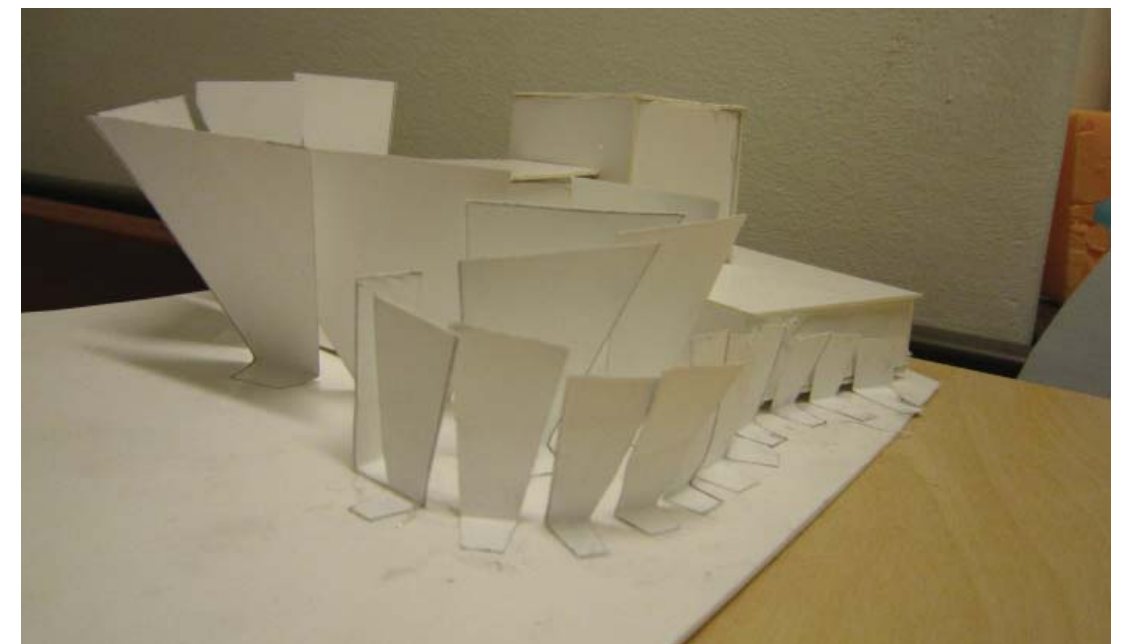
I det här läget började vi skissa på planlösningar, vilket kom att bli vårt huvudfokus för projektet. Vi arbetade efter en intensiv skissprocess fram en planlösning som vi kände oss nöjda med och lät därefter det nya skalet utformas efter planen. Resultatet blev ett skal som istället lindar in operan och som täcks med ett solitt tak. Skalet består av betongelement och mellan dessa glas. Ljuddämpningen blir bättre, uppskattningsvis -30 dB, och de oanvändbara volymerna blir färre.



Tidig konceptmodell med iglooskal



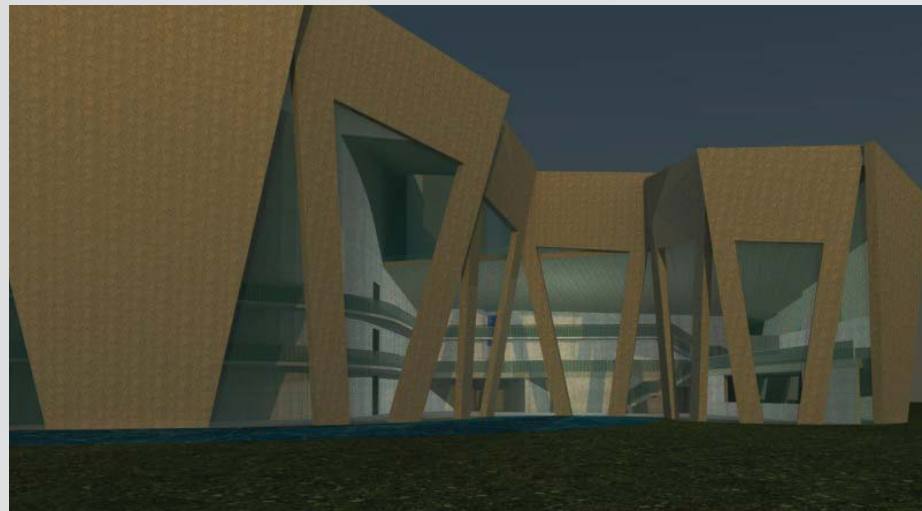
Skiss med plantering på auditorietaket



Senare modell med insvepande skal

Wrap Music

Montreal's opera



Concept

Wrap music means that the somewhat static but necessary volumes of the opera, such as stage house and auditorium, are wrapped in by a free-form wall. This creates interesting rooms for the opera visitors, both on the inside and the outside. At the same time, the shape of the rooms backstage is kept simple and functional.

The wrapping wall consists of a steel-frame with solid elements of reinforced concrete. In the spaces between these elements are double glazed windows. The top is covered by a solid roof. Starting from the stage house, the height of the wrapping wall is descending until it reaches backstage. This shape is inspired by reverberation and the fading of sound.

The site is designed to become a peaceful oasis in the busy city. The opera is placed in the middle of a lawn and a pond is running along the opera lobby. However, the site is not supposed to be used only by the opera visitors. Anyone can come here and sit down on the grass or by the pond to relax.

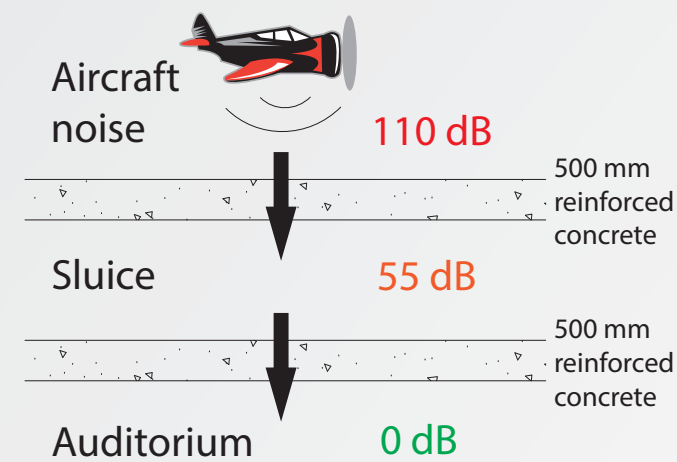
This opera is supposed to be constructed on the campus of a moderate sized college, with a strong music program. Although the main purpose of the opera is to play traditional opera program, it is also intended to support occasional musical theatre, orchestral concerts, chamber music, chorus, dance and occasional lectures. The solution remained to achieve in this multi-functional design is variable acoustics: the auditorium ceiling has the capability to adapt to the required situation to give the auditorium the best acoustic qualities under any circumstances.

Situation

The site of the opera is located in a busy part of downtown Montreal, the second-largest city in Canada. The site is surrounded by infrastructural elements such as a six lane interstate highway, four track railroad and a flight-path to the nearby located international airport. These elements generate a lot of noise and must be considered when designing the opera.

The loudest of these noise sources are aircraft. Hence, if the outer shell of the opera building is designed isolate from aircraft noise, it will also isolate from traffic and railroad noise. Above the auditorium is a two-layer roof. They both consist of 500 mm reinforced concrete and together they reduce the aircraft noise entirely (see illustration down in the middle).

The acoustical "mass law" will be mainly used to achieve a good sound isolation of the different rooms of the opera, even at low frequencies. The general idea in the design is to add space between the noisy and the noise sensitive rooms.



Noise reduction through the roof above the auditorium



Situation 1:2000

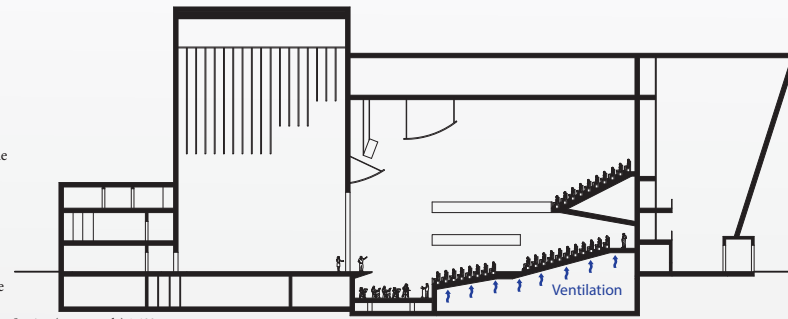
Performance hall

Auditorium

The performance hall is the heart of the opera. Hence, it is the room that requires the most acoustical attention. The auditorium has seats for 1206 guests. 736 of these are located on the entrance floor and the rest (39 % of the total number of seats) on two levels of balconies. Each of the side-balconies on the first level holds 20 seats. The second level has seats on the rear wall (364 seats) and on side-balconies (33 seats each). It has a horse-shoe shape to avoid parallel walls and thereby flutter echo.

It is important to provide fresh air in the auditorium with an even volume flow (about eight cubic meters per person to be comfortable). However, the flow's speed must be kept low to remain inconspicuous (under two meters per second). Therefore, the solution retained is to have small ventilation inlets under each seats of the auditorium allowing a consequent volume flow with a low speed, therefore remaining completely unnoticeable.

The space under the floor of the auditorium is a pre-chamber where fresh air is sent through before entering the opera. Warmed air will then rise in the auditorium and be evacuated through the ceiling.

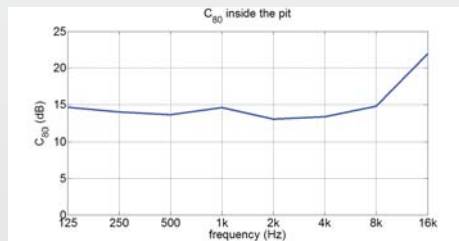


Section (opera mode) 1:400

Orchestra pit

The sound created by the orchestra is supposed to be spread out in the auditorium. The members of the orchestra risk developing hearing damage if the sound pressure level in the pit becomes too high. To avoid that, the pit walls are covered with wooden diffusors, which will prevent sound from keep bouncing inside the pit (see picture on the right).

The whole floor can be elevated by a hydraulic lift system.



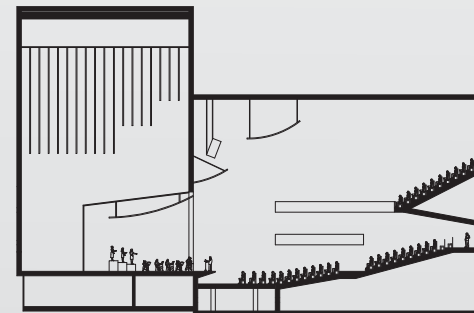
The orchestra pit has walls covered with wooden diffusors

Variable acoustics

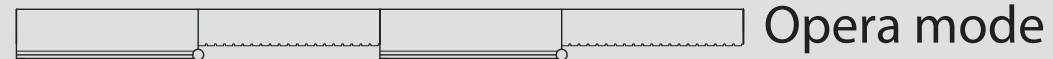
The performance hall can be used for other purposes than opera. The reverberation time (RT) of the auditorium can be altered to fit concert performances. RT can be changed by a remotely controlled mechanical system of rotating panels in the ceiling. The one side of the panels has a surface of perforated gypsum and the other laminated wood. In opera mode the panels show the gypsum side to obtain a lower RT whereas for concerts the panels are rotated having the wooden side facing the audience. Also, a shell is assembled on the stage around the orchestra, letting the orchestra sound spread out in the auditorium.

The rear balcony is too deep to provide a nice sound experience for the two last rows on the main floor. These rows will not be used during concerts. To compensate for the lost seats, four rows are added on top of the elevated floor of the orchestra pit.

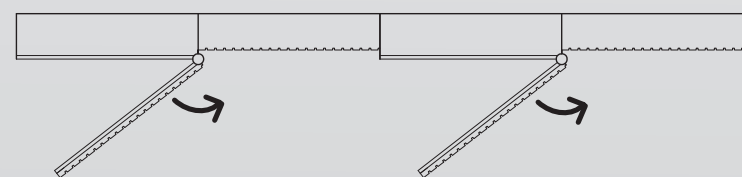
Loudspeakers are hidden between the reflecting panels in the ceiling. These are used when amplification is needed, for instance during lectures and speeches. Moreover, some theatrical lightings and catwalks can be inconspicuously placed there too.



Section (concert mode) 1:400

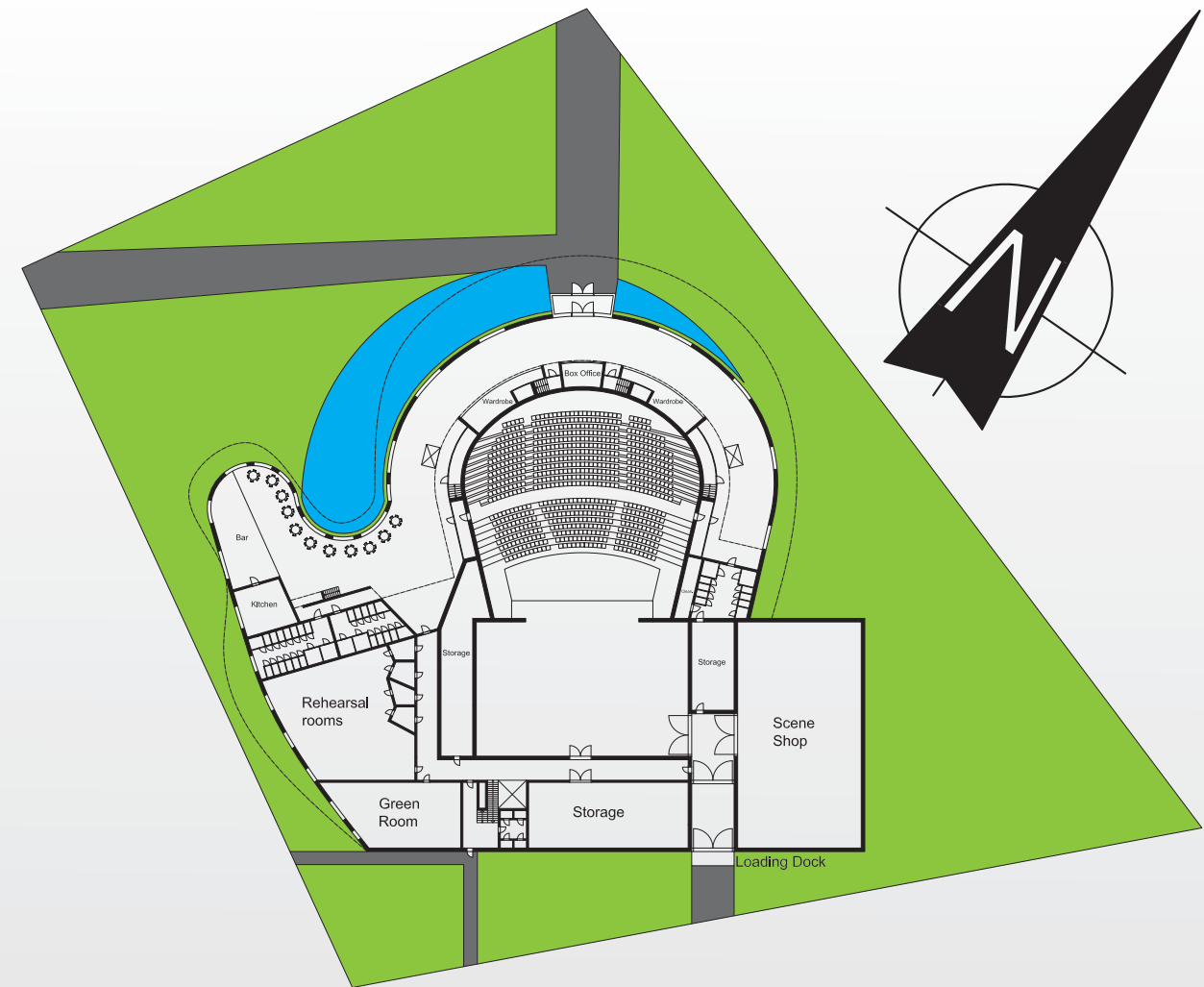


Opera mode

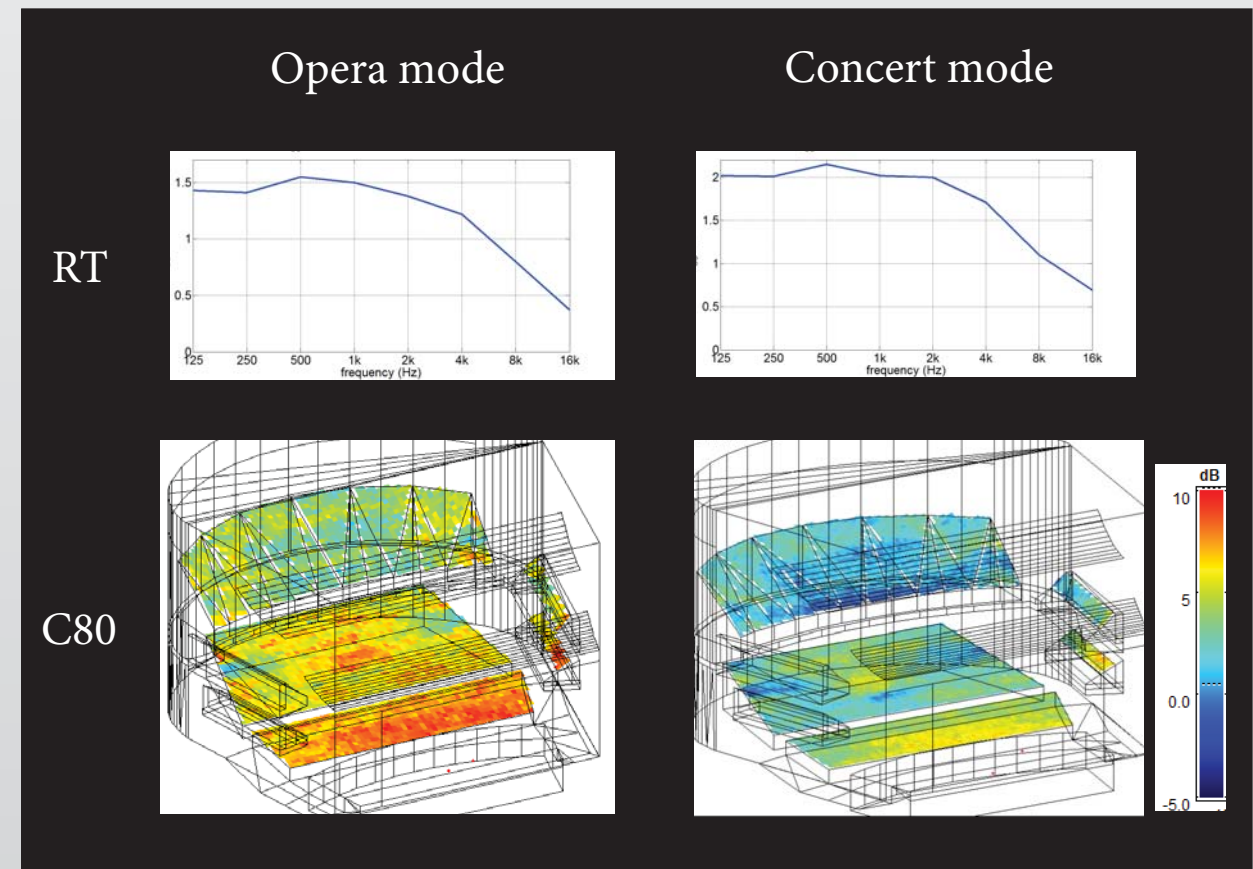


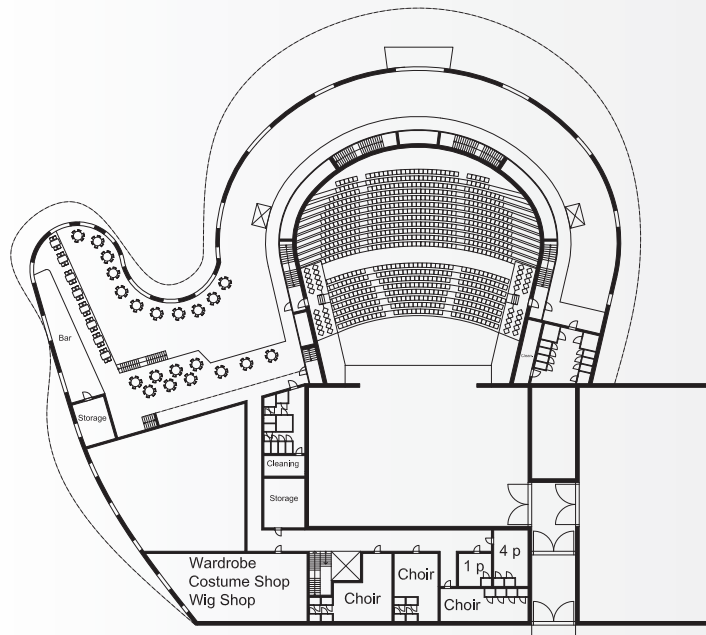
Concert mode

Variable acoustics system in the ceiling of the auditorium

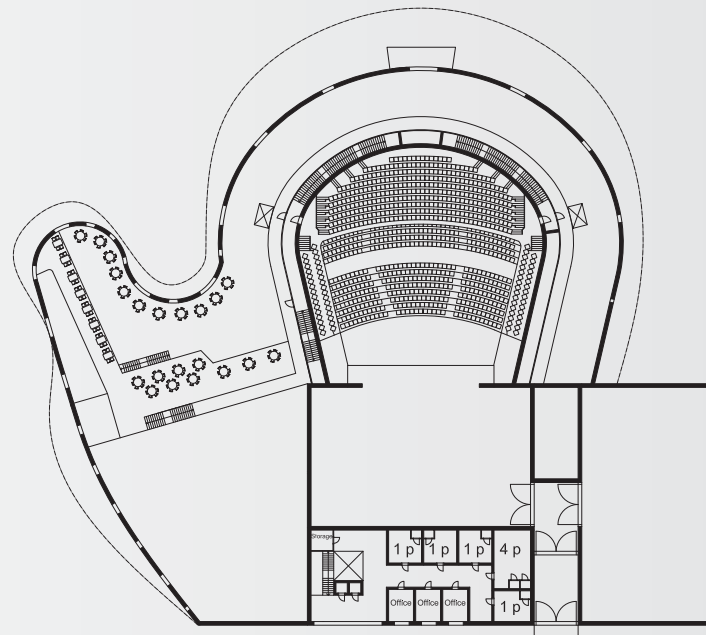


Plan entrance floor 1:500





Plan second floor 1:500



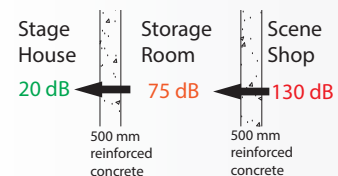
Plan third floor 1:500

Rooms for staff

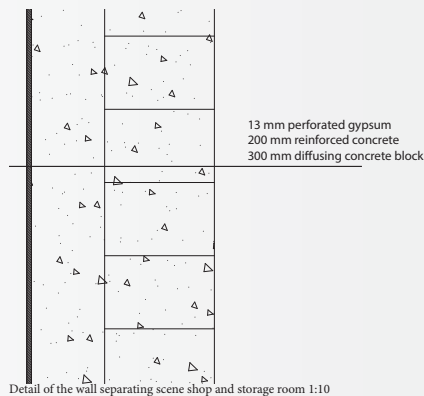
Scene shop

RT=0.4 s
Maximum peak noise level= 130 dB

In the scene shop all scenery is made, thus the scene shop is placed close to the stage. However, it is also a very noisy room with 130 dB as a maximum sound pressure level. To insure sufficient sound isolation of the performance hall, the stage house and scene shop are separated by partly a storage room and partly a corridor. Each of the two separating walls consists of 500 mm reinforced concrete, which will provide enough isolation (the mass law will lead to a minimum of 50dB reduction at 125Hz).



Noise reduction from scene shop to stage house

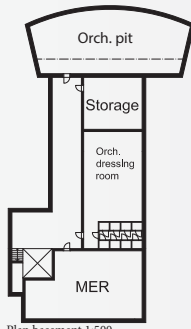


Detail of the wall separating scene shop and storage room 1:10

Loading dock

Noise level= 90 dB

The loading dock is located at the end of the corridor that is separating the stage house and scene shop. When loading or unloading during performance, a gate in the corridor can be closed so that the noise is not spread to the stage.



Plan basement 1:500

Mechanical equipment room

Noise level= 80 dB

The mechanical equipment room is located in the basement so that vibrations generated by machinery will go down in the ground. Thick walls and ceiling will prevent noise from spreading within the opera.

Costume shop/Wardrobe/Wig shop

RT=0.5
Noise level= 70 dB

This room is located on the second floor close to some of the dressing rooms, the elevator and the stairs. Performers have easy access to this room so that they can go there and grab their costumes and go put them on in their dressing rooms.

Dressing rooms

RT= 0.8 s

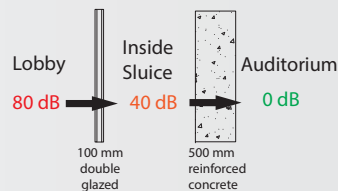
All dressing rooms, except for the orchestra dressing room, are located on either the second or third floor with easy access to the costume shop. Instead, the orchestra has its dressing room in the basement, near the orchestra pit.

Public and Semipublic Rooms

Lobby

RT= 1.3 s
STI= 0.5
Noise level= 80 dB

The lobby contains two bars with cafeteria, one on the entrance floor and one on the first floor. This is where the audience meets before and after shows and during intermissions. Tables are placed so that they have view towards the pond, the focus point of the whole lobby.



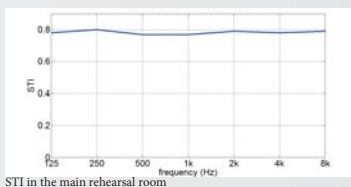
Noise reduction from lobby to auditorium

Two layers of walls reduce the noise level from the lobby into the auditorium. To enter the auditorium one has to pass through the first layer of double glazed walls and then the second, a thick wall of reinforced concrete. Reverberation time is rather low for such a big volume, keeping a fair STI.

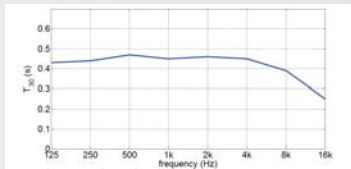
Rehearsal rooms

RT= 0.4 s
STI= 0.8

The big rehearsal room is mainly used by musicians and dancers. A mirror is placed along one wall, and one has windows. When the room is used by musicians a curtain is pulled out to cover the mirror to avoid sound reflections. Since none of the walls are parallel, flutter echo will not occur. The walls which do not have windows or mirrors have a surface of concrete blocks. These have a diffusing and absorbing function to give the room a good reverberation time. The room is suitable for speech, so it can also be used for lectures and workshops.



STI in the main rehearsal room



T30 in the main rehearsal room

Attached to the big rehearsal room are four small ones. They are different in shape, but have in common the lack of parallel walls. The walls between two small rehearsal rooms have a good isolation so performers can train without disturbing each other.

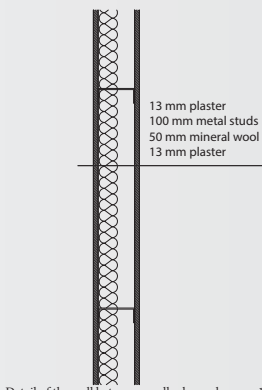


Diffusing and absorbing concrete blocks

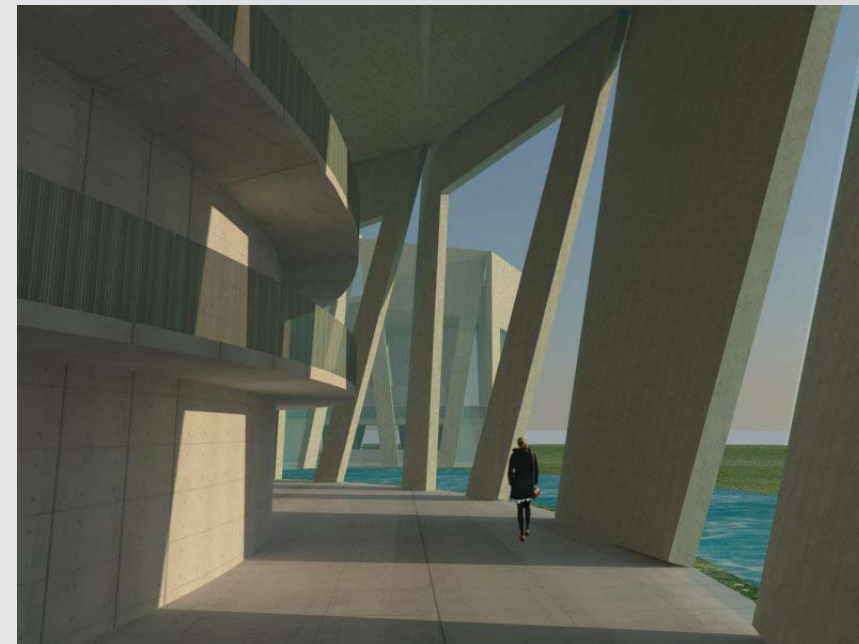
Green room

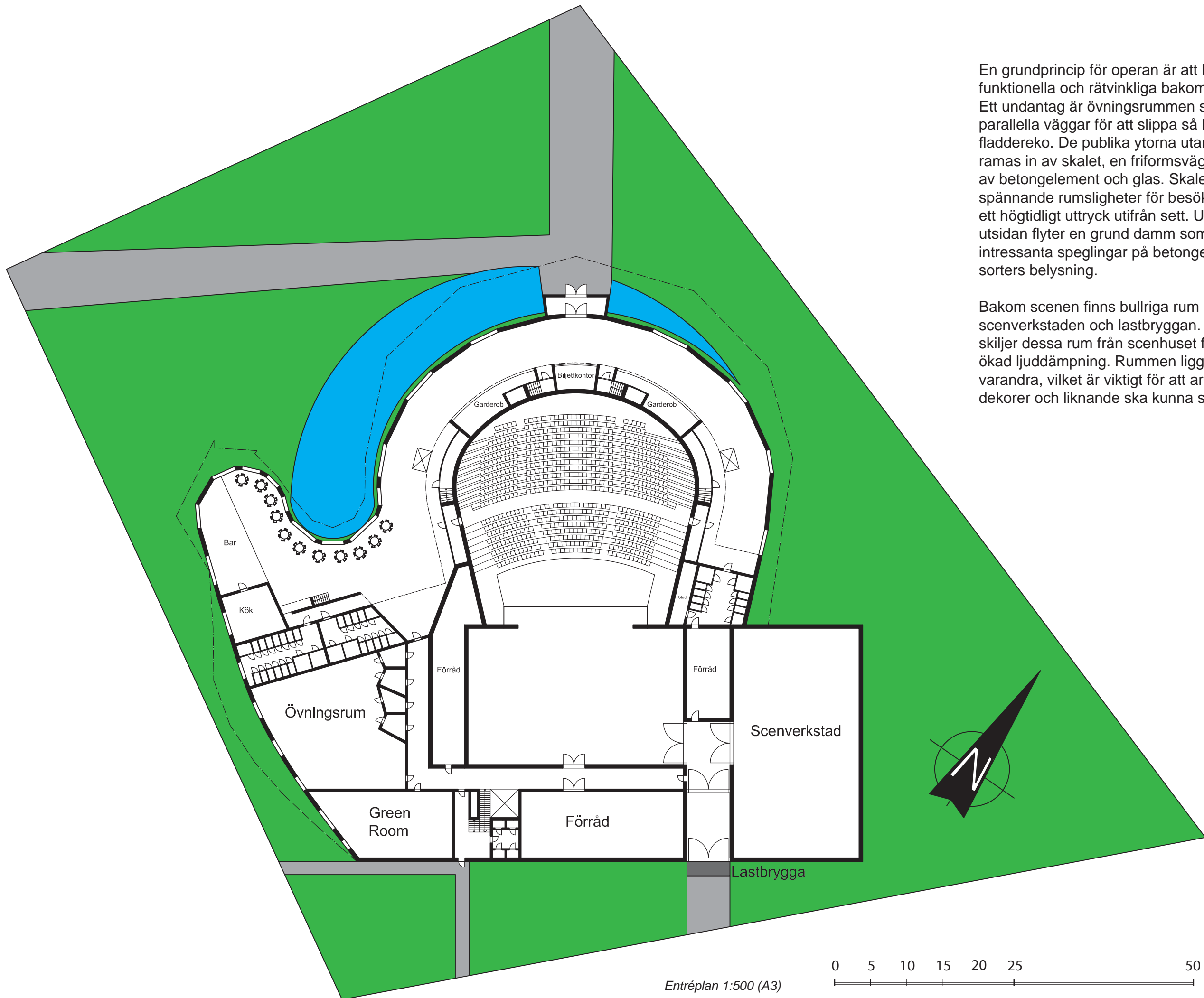
RT=0.5 s
STI=0.7

The green room is where performers rest during performances when they are not on stage. Apart from that, it can also be used for lectures and workshops, so we insure it has a correct Speech Transmission Index.



Detail of the wall between small rehearsal rooms 1:10

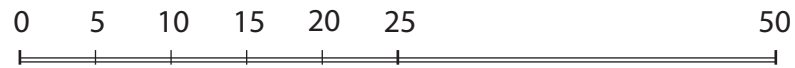




En grundprincip för operan är att hålla rummen funktionella och rätvinkliga bakom operasalen. Ett undantag är övningsrummen som saknar parallella väggar för att slippa så kallat fladdereko. De publika ytorna utanför auditoriet ramas in av skalet, en friformsvägg bestående av betongelement och glas. Skalet skapar spännande rumsligheter för besökarna och ger ett högtidligt uttryck utifrån sett. Utmed skalet på utsidan flyter en grund damm som kommer ge intressanta speglingar på betongelementen i olika sorters belysning.

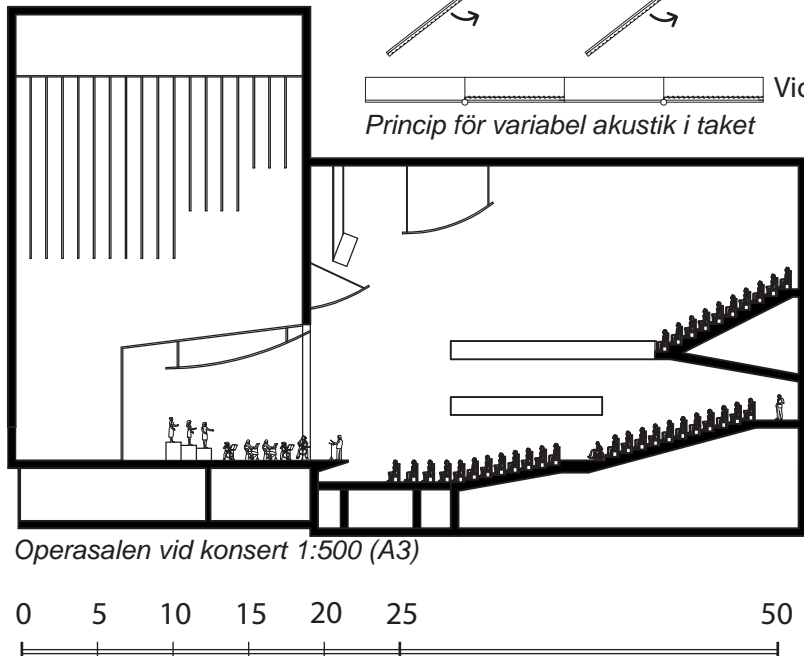
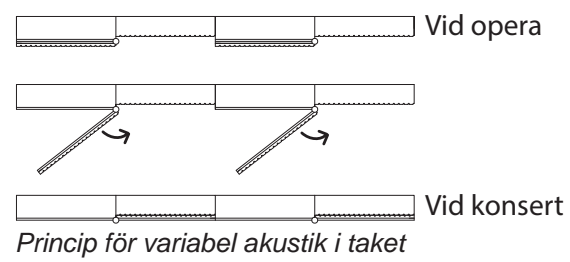
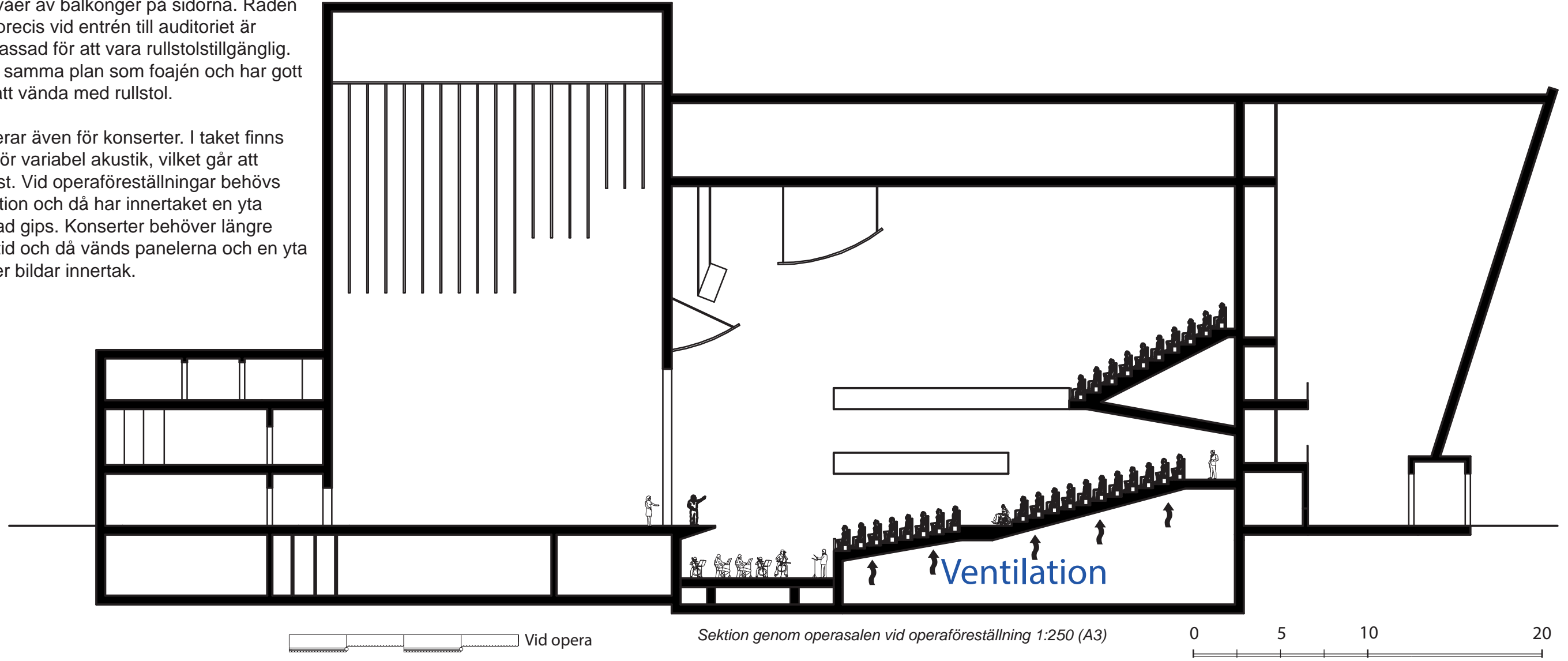
Bakom scenen finns bullriga rum såsom scenverkstaden och lastbryggan. En korridor skiljer dessa rum från scenhuset för att ge ökad ljuddämpning. Rummen ligger ändå nära varandra, vilket är viktigt för att arbetet med dekorer och liknande ska kunna ske funktionellt.

Entréplan 1:500 (A3)

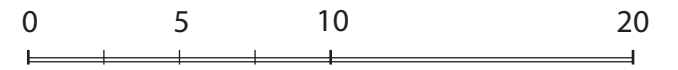


Operasalen har plats för 1206 gäster. Platserna är fördelade på en undre och en övre parkett, samt två nivåer av balkonger på sidorna. Raden som ligger precis vid entrén till auditoriet är särskilt anpassad för att vara rullstolstillgänglig. Den ligger i samma plan som foajén och har gott om yta för att vända med rullstol.

Salen fungerar även för konserter. I taket finns ett system för variabel akustik, vilket går att styra trådlöst. Vid operaföreställningar behövs mer absorption och då har innertaket en yta av perforerad gips. Konserter behöver längre efterklangstid och då vänds panelerna och en yta med träfaner bildar innertak.



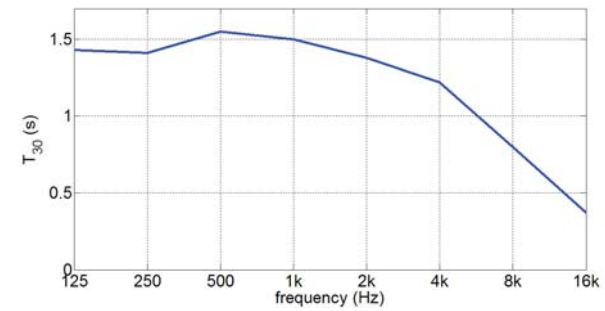
Sektion genom operasalen vid operaföreställning 1:250 (A3)



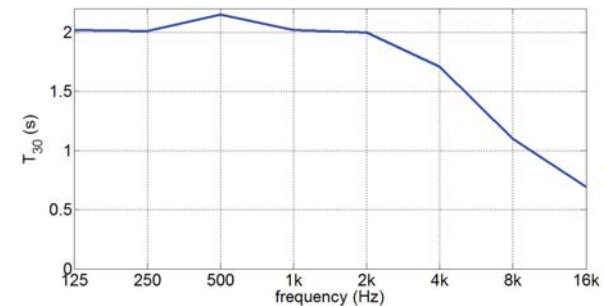
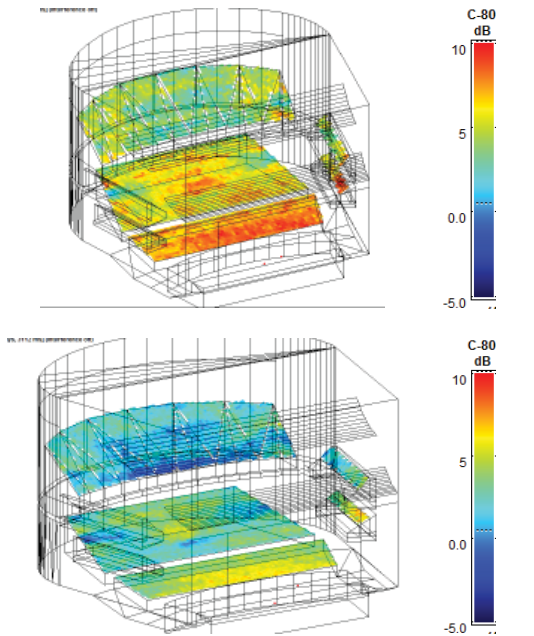
Vid opera

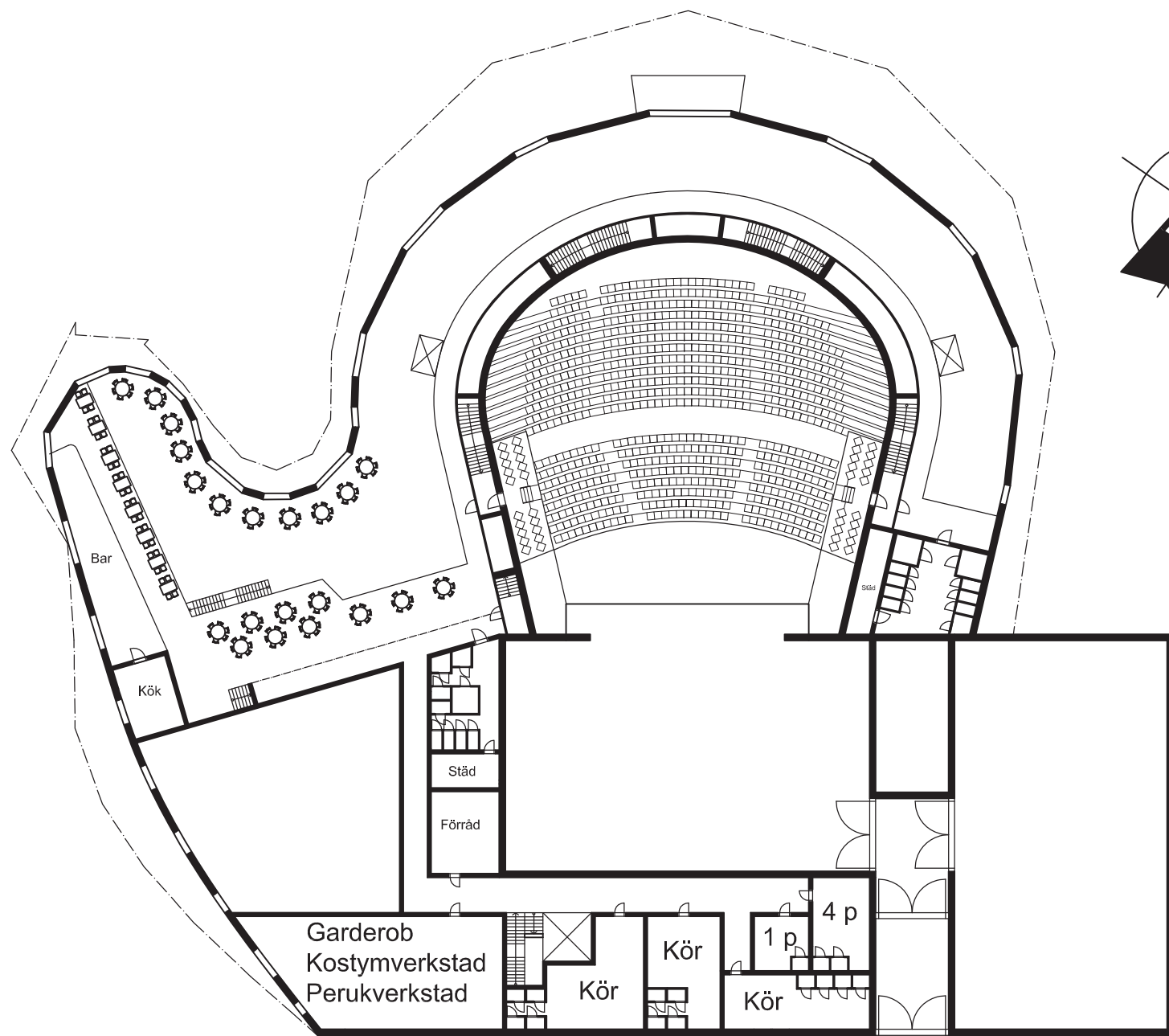
Vid konsert

Efterklangstid

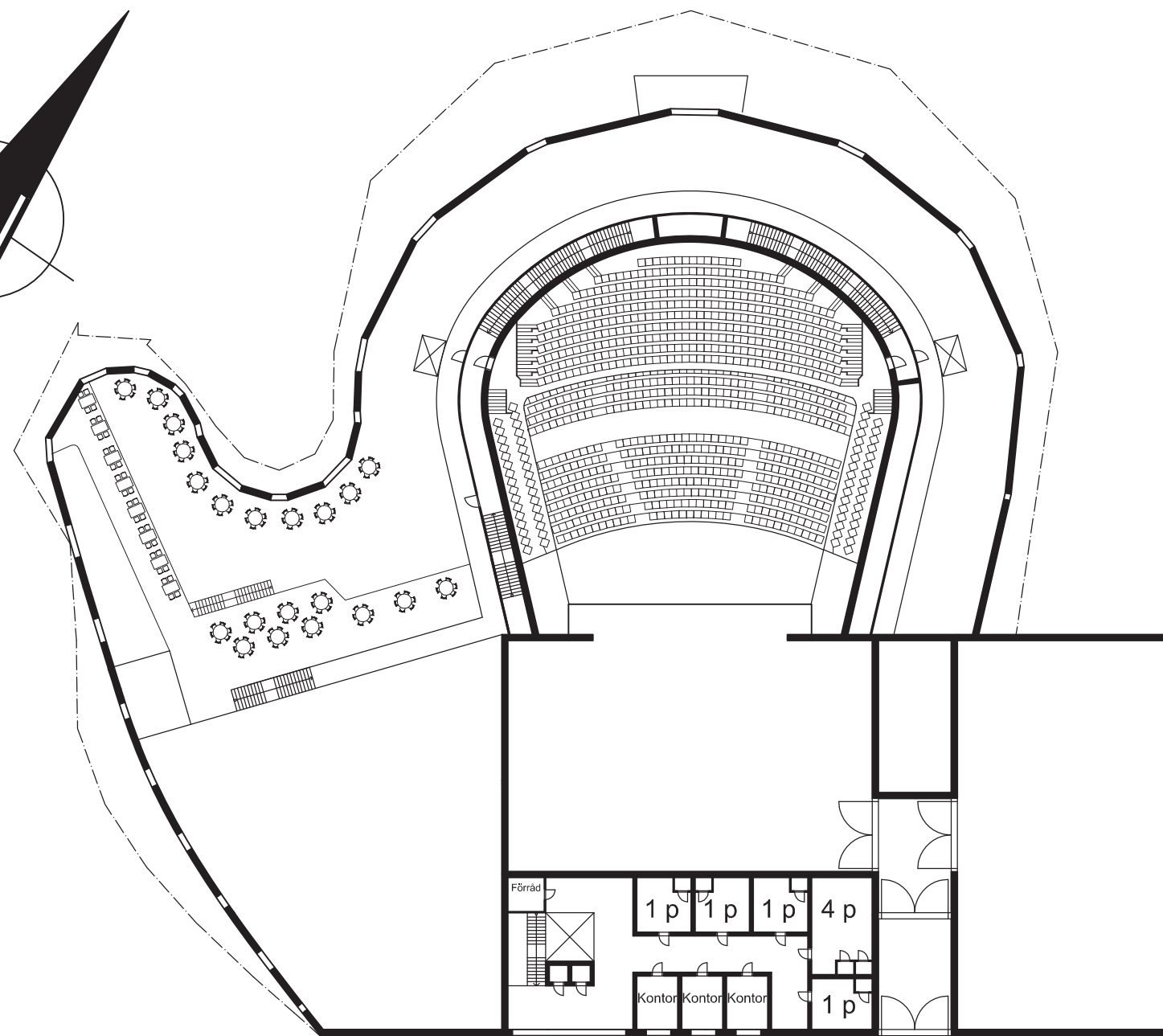


Klarhetsgrad

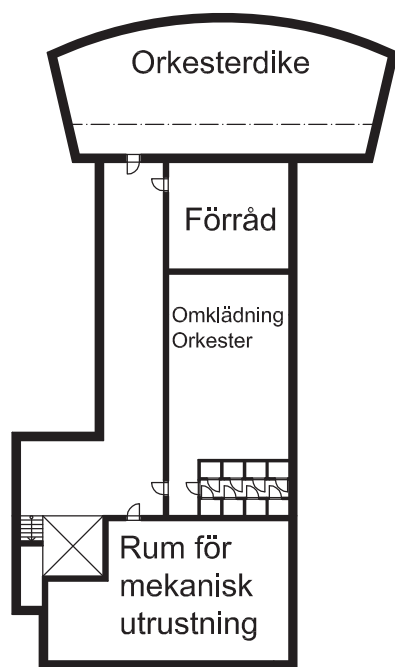




Plan 2 1:500 (A3)



Plan 3 1:500 (A3)



Källare 1:500 (A3)



Omklädningsrummen har vi placerat i anslutning till kostymverkstaden. Tanken är att man smidigt ska kunna hämta sina scenkläder i verkstaden, gå och byta om och därefter gå till scenen. Orkesterns omklädningsrum är dock placerat i källaren för att vara nära orkesterdiket.

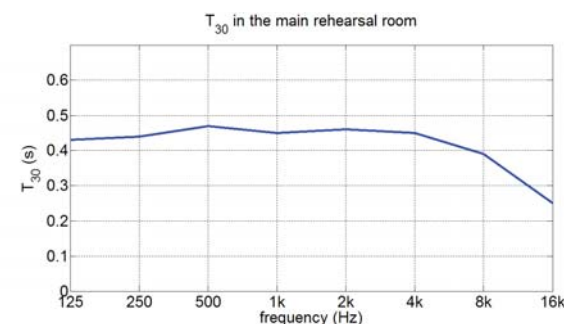
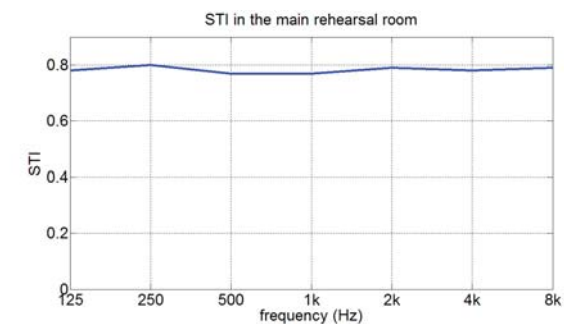
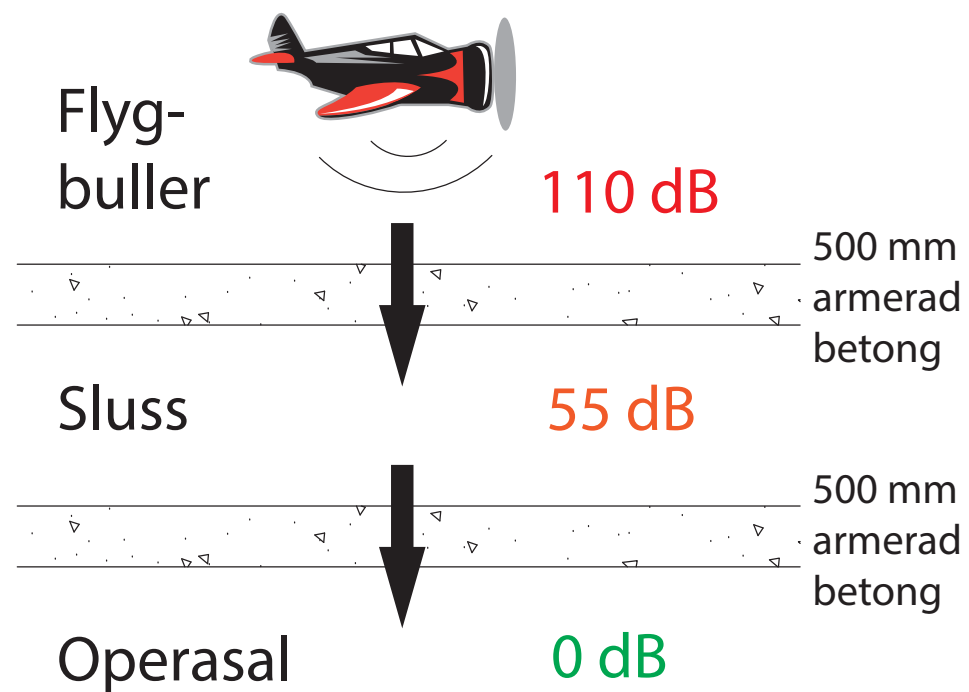
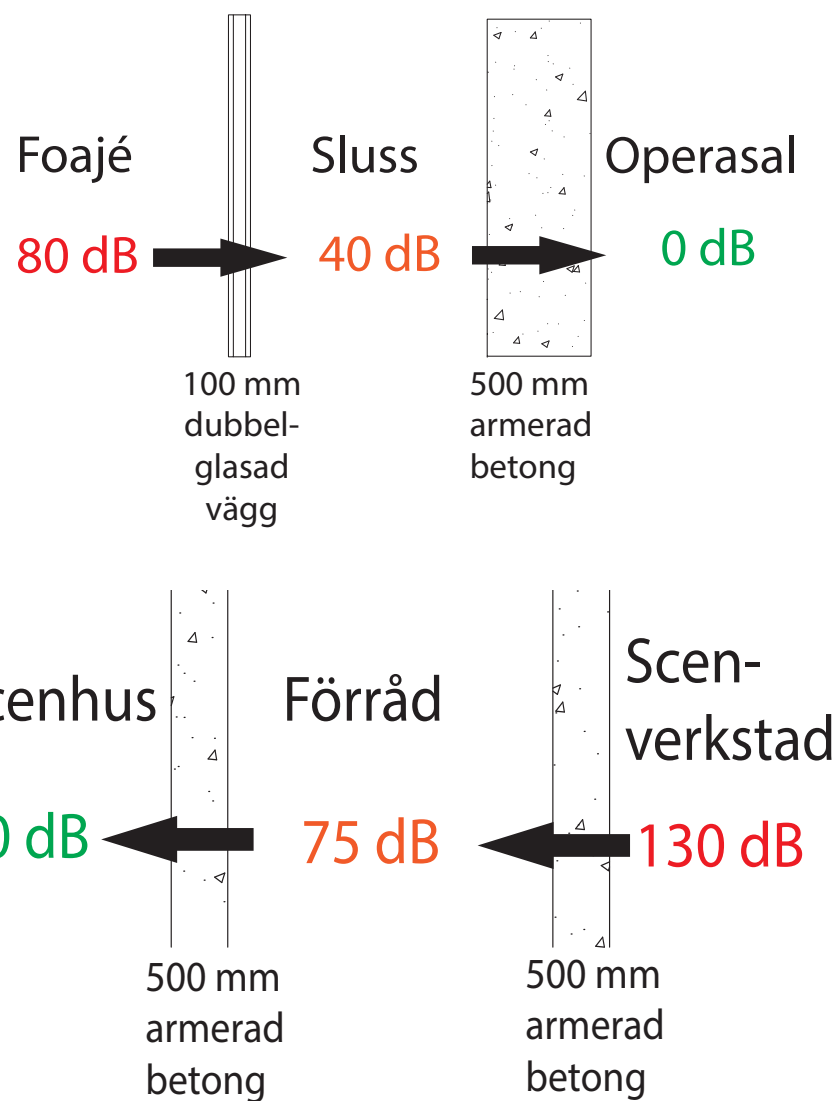
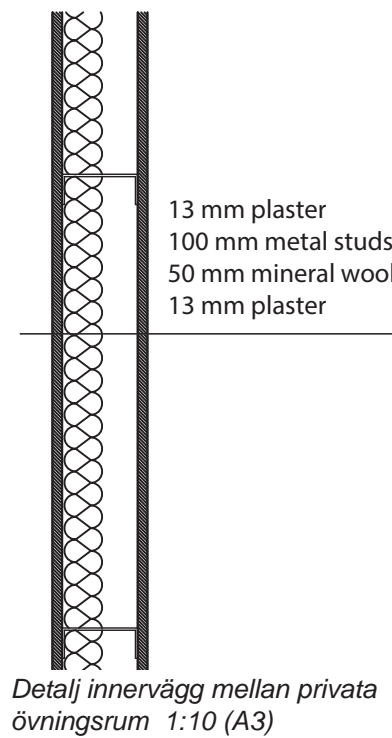
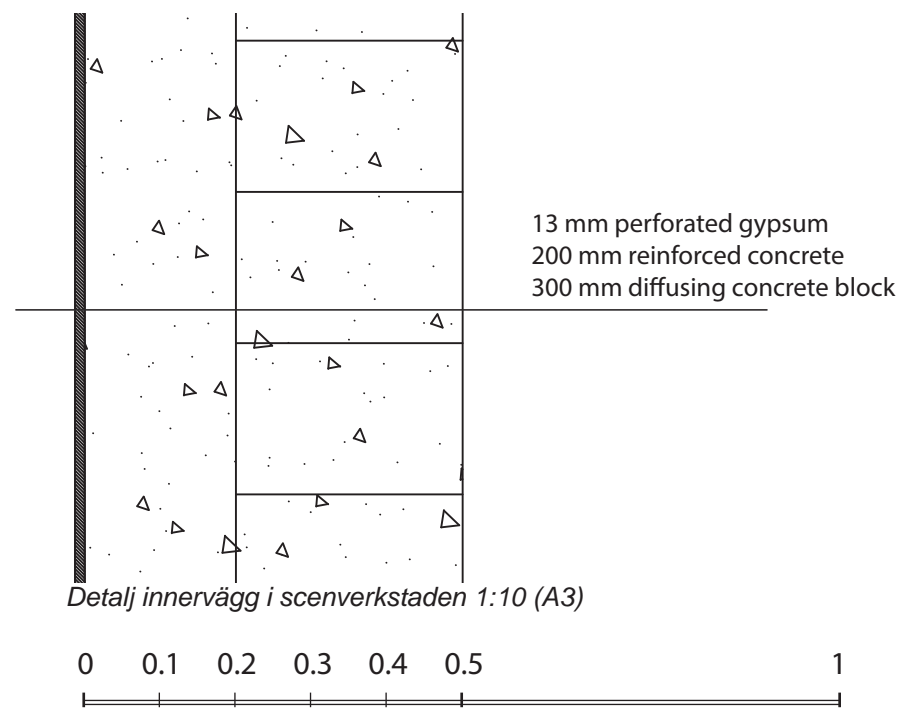
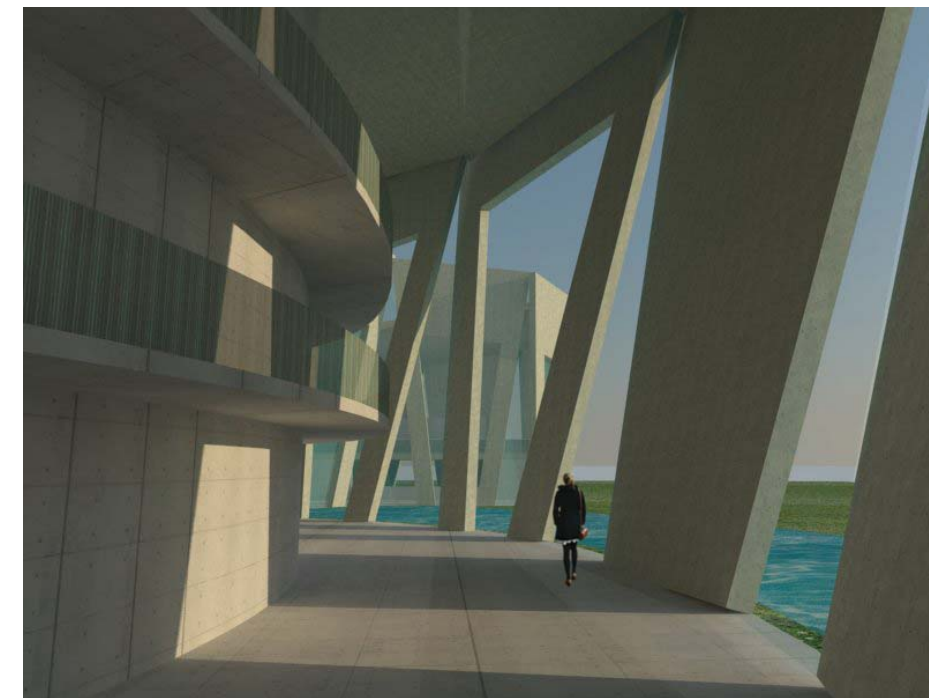


Diagram för STI och efterklangstid i övningsrummet



Principer för ljudisolering in till operasalen



Reflektion

Slutresultatet blev en opera med både positiva aspekter och negativa aspekter. Det jag är mest nöjd med är planlösningen. Vi jobbade hårt för att få till en funktionell och akustiskt smart planlösning och det tycker jag vi lyckades med. Foajén och hur den samarbetar med dammen utanför tycker jag också blev intressant. Som besökare tror jag att man kommer tycka det är intressant att utforska operan och dess nivåer. Vi var noga med att göra hela foajén tillgänglig för rörelsehindrade, vilket jag också tycker är en kvalitet i vår opera.

Något som vi borde ha jobbat mer med är entrésituationen. Vi valde att placera entrén så att den är riktad mot hörnet där vi antog att de flesta besökarna skulle komma ifrån. Samtidigt ville vi inte ändra för mycket i skalets uttryck. Resultatet blev denna kompromisslösning. Med mer tid hade vi jobbat med att göra entrésituationen tydligare och bättre integrerad i skalet.

I vår presentation har operasalen visserligen tillägnats en hel plansch, men jag tycker inte att vi lyckats förmedla vår operasal genom det bildmaterial vi har. Detta är synd, eftersom operasalen trots allt är en operas hjärta. Det är också synd, eftersom vi ägnat mycket tid och omsorg åt att få till bra akustik och goda siktlinjer. När vi gjort akustiska analyser har vi kommit fram till vilka material som ska användas och var. Operasalen är med andra ord "färdigplanerad", men det finns inte illustrationer som redovisar den. I efterhand anser jag att vi borde ha prioriterat dessa illustrationer högre och att det inte räcker med våra ritningar för att förmedla operasalen.

Vi har med flera ritningar och schematiska illustrationer som visar akustisk detaljering, vilket är positivt. Emellertid tycker jag att vi borde ha haft en detaljritning på skalet, eftersom det har fått en så pass central roll i projektet.

Sammanfattningsvis är jag nöjd med vår arbetsinsats och operan vi åstadkommit. Vårt redovisningsmaterial har däremot brister och visar inte hur bra vår opera i själva verket är.

